

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 Beyond 5G超大容量無線通信を支えるテラヘルツ帯のチャネルモデル及びアプリケーションの研究開発
- ◆受託者 シャープ株式会社、国立大学法人京都大学、国立大学法人東京大学
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和5年度 (3年間)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和3年度から令和5年度までの総額283百万円 (令和5年度90百万円)

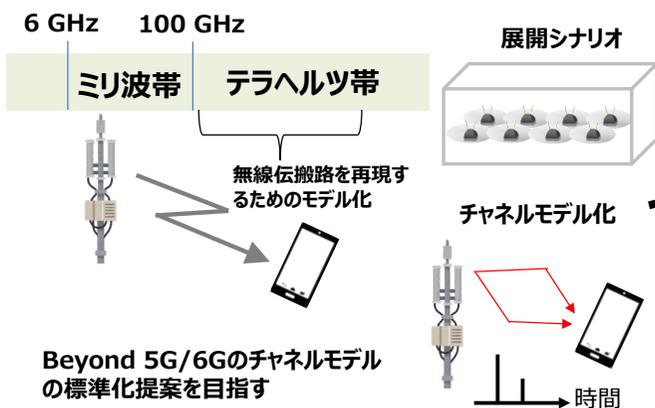
2. 研究開発の目標

Beyond 5Gの超高速伝送で想定されているテラヘルツ帯の無線伝送のためのチャネルモデルの研究開発を米国の通信事業者及び日米の大学と行い、米国の6Gロードマップに反映しながら、国際標準化機関への提案を行うことを目的としている。また、テラヘルツ波を用いた無線通信のアプリケーションとして、最新の映像符号化技術を用いた概念実証実験を行うことによりBeyond 5Gにおけるテラヘルツ波利用の有用性、無線システム実現のための所要条件を明らかにするとともに、テラヘルツ帯を効率的に利用するプロトコルやアーキテクチャを提案することを目的としている。

さらに米国で大規模な無線実験環境を提供し、新たな無線通信技術やデバイス、エコシステムの研究開発を推進しているPAWR(Platforms for Advanced Wireless Research)と連携して実験環境を整備し、研究成果であるチャネルモデルや、プロトコルやアーキテクチャの実証を行うことを目的としている。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1:テラヘルツ帯チャネルモデルの研究開発



成果:

従来の3GPPモデルより精度が高く、レイトレーシングよりも演算量が小さく、研究者が使いやすいドロップベースのチャネルモデルが好ましく、研究開発項目1-bおよび研究開発項目1-cにおいて再生成可能な統計的チャネルモデルを開発した。さらに、研究開発項目1-aの成果を踏まえ、最終的にInSR (Indoor short-range)、InH (Indoor Hotspot) およびUMi (Urban Micro) のシナリオにおいて統計的チャネルモデルの開発を行った。



研究開発項目2:国際標準化活動

研究開発項目3:アプリケーションの研究開発

研究開発項目4:プロトコル・アーキテクチャの研究開発



成果:

テラヘルツ帯を用いた無線通信でも活用可能なトピックとしてマルチ送信ポイント等に着目し、21件の特許出願および3GPPにおいて18件の標準化提案を行った。また、テラヘルツ帯のチャネルモデルの標準化に関する提案も行った。

成果:

テラヘルツ帯チャネルを実装した伝搬路エミュレータを介した、映像送信装置と映像再生装置間のVVC映像伝送試験を行い、アダプティブストリーミングを適用した4K VVC動画が低遅延で再生されることを確認した。

成果:

E2E評価システムを構築し提案方式を実装評価することで新たなクロスレイヤ制御の創出に貢献。第一にNLOS起因の品質低下に対し上位層と連携したクロスレイヤ輻輳制御手法により約1.5倍のスループット向上を達成。第二にアプリケーションの要求品質に応じたリンクアダプテーション最適化を行うアーキテクチャを提案し、TCPスループット安定化と低遅延化の可能性を確認。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
2 (0)	19 (8)	2 (1)	33 (18)	48 (21)	0 (0)	0 (0)	1 (1)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) Next G Allianceの正会員としての米国の6Gロードマップへの関与

現在米国において、代表研究者のシャープ株式会社の研究子会社がITU-Rへの提案に向けて米国の6Gのロードマップやビジョン・トレンドを策定するために設立されたNext G Allianceの正会員として関与しており、Roadmap, Spectrum, Technology, Applicationワーキンググループに参加し、意見入力だけでなく米国の6Gの動向のキャッチアップを継続して行った。また、本研究開発課題の前提である日米連携をNext G Allianceを通じてより強固なものにする取り組みも行っている。

(2) 3GPP会合におけるテラヘルツ帯のチャンネルモデルの標準化活動

3GPP RAN Release 19 Workshopおよび3GPP RAN#102プレナリ会合において、リリース19でテラヘルツ帯(おおむね100 GHz)のチャンネルモデルの標準化に関する提案を行った。リリース19において議論されるチャンネルモデルにはテラヘルツ帯が含まれないが、リリース19で議論される7 - 24 GHzのチャンネルモデルにおいて、テラヘルツ帯にも適用可能な技術要素は存在するか調査することにより、引き続きリリース20以降においても、6Gに向けてテラヘルツ帯のチャンネルモデルの国際標準化を行うよう提案していく予定である。

(3) テラヘルツ帯のドロップベースのチャンネルモデルの開発の完了

本研究開発におけるチャンネルモデルの整理に基づき、従来の3GPPモデルより精度が高く、レイトレーシングよりも演算量が小さく、研究者が使いやすいドロップベースのチャンネルモデルが好ましく、研究開発項目1-bおよび研究開発項目1-cにおいてドロップベースのチャンネルモデルを開発した。さらに、研究開発項目1-aの成果を踏まえ、最終的にInSR (Indoor short-range)、InH (Indoor Hotspot) およびUMi (Urban Micro) の3つのシナリオでドロップベースのチャンネルモデルの開発を完了した。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

1. 3GPPリリース19におけるチャンネルモデル標準化のための本研究開発成果の活用

2023年12月に開催された世界無線会議(WRC-23)において、100 GHz以上のテラヘルツ帯をIMT周波数として特定するかどうかの議論はWRC-31に延期されたため、6Gの早期に導入されることはなくなった。2024年3月現在、3GPPリリース19において新たな周波数として7 - 24 GHz帯のチャンネルモデル化が行われる予定となっている。このチャンネルモデル化に対して、本研究開発で得られた周波数依存性の低い統計パラメータ等については提案を実施していく予定である。

2. 6Gの標準化における本研究開発成果の活用

2023年11月に、3GPPが6Gの仕様書を策定することを宣言し、6Gに向けた3GPPリリース20、21で6Gの標準化が行われる予定である。本研究開発では、テラヘルツ帯で必要な技術をテラヘルツ帯のみでなくミリ波を含めた広く活用可能な標準技術の研究開発を実施したため、本研究開発成果のうち、活用可能なものについては国際標準化活動を実施し、出願特許については6Gの標準必須特許(SEP)として活用することを検討していく予定である。

3. テラヘルツ帯チャンネルモデルの標準化提案

2031年に開催予定のWRC-31では、テラヘルツ帯がIMT周波数の候補として議題となる予定である。本研究開発成果は、テラヘルツ帯が特定された以降でも十分提案できるものであると考えており、実際に将来テラヘルツ帯でのチャンネルモデル化の標準化が開始された場合には、本研究開発成果を拡充し、標準化提案を実施することを検討していく予定である。

6. 外国の実施機関

- ニューヨーク大学
- 米国の通信事業者